

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] An amount detection means of quantity-of-gas-flow relation to be the fuel cell system which is equipped with the fuel cell which generates power in response to supply of gas, and gives the generated power to a load, and to detect the amount of quantity-of-gas-flow relation relevant to the flow rate of said gas supplied to said fuel cell, So that the point of operation relevant to the output current-output voltage property in said fuel cell may be drawn and said fuel cell may be operated on this point of operation corresponding to said detected amount of quantity-of-gas-flow relation A fuel cell system equipped with the control means which controls the power which should be taken out from said fuel cell.

[Claim 2] While accumulating the fuel cell which generates power in response to supply of gas, and power It is the fuel cell system which gives the power outputted from the power which was equipped with the rechargeable battery which can output the accumulated power, and was generated with said fuel cell, or said rechargeable battery to a load. An amount detection means of quantity-of-gas-flow relation to detect the amount of quantity-of-gas-flow relation relevant to the flow rate of said gas supplied to said fuel cell, Corresponding to said detected amount of quantity-of-gas-flow relation, the point of operation relevant to the output current-output voltage property in said fuel cell is drawn. While finding the power required in order to operate said fuel cell on this point of operation which should be taken out from said fuel cell A fuel cell system equipped with the control means which controls the power which should be accumulated in the power or this rechargeable battery which should find the power which should be given to said load and should output it from said rechargeable battery based on two found power.

[Claim 3] It is the fuel cell system characterized by said control means controlling the power which should be accumulated in the power or this rechargeable battery which should be outputted from said rechargeable battery also based on said detected charge besides said two found power while having further the rechargeable battery charge sensor which detects the charge of said rechargeable battery in a fuel cell system according to claim 2.

[Claim 4] It is the fuel cell system characterized by said control means drawing the point with the highest energy conversion efficiency as said point of operation in said output current-output voltage property in the fuel cell system of one publication of the arbitration

of claim 1 thru/or the claims 3.

[Claim 5] By being a fuel cell system, receiving supply of fuel gas and oxidation gas, and producing electrochemical reaction using this fuel gas and oxidation gas While accumulating the fuel cell which generates power, the flow rate sensor which detects the flow rate of said fuel gas supplied to this fuel cell, or oxidation gas, and power The rechargeable battery which outputs the accumulated power, and the rechargeable battery charge sensor which detects the charge of this rechargeable battery, The inverter which drives a motor in response to supply of the power from said fuel cell or said rechargeable battery, The electrical potential difference outputted from said fuel cell Pressure up or the converter which is decompressed and is impressed to said rechargeable battery and inverter at juxtaposition, Corresponding to said detected flow rate, the point of operation relevant to the output current-output voltage property in said fuel cell is drawn. While finding the power required in order to operate said fuel cell on this point of operation which should be taken out from said fuel cell The fuel cell system which finds the power which should be supplied to said inverter based on the information from the outside, and is equipped with the control section which adjusts the electrical potential difference outputted from said converter based on two found power and said detected charge.

[Claim 6] The process which detects the amount of quantity-of-gas-flow relation relevant to the flow rate of said gas which is the fuel cell control approach for controlling the fuel cell which generates power in response to supply of gas, and is supplied to the (a) aforementioned fuel cell, (b) So that said fuel cell may be operated corresponding to said detected amount of quantity-of-gas-flow relation on the process which draws the point of operation relevant to the output current-output voltage property in said fuel cell, and said point of operation (c) Drawn The fuel cell control approach equipped with the process which controls the power which should be taken out from said fuel cell.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the fuel cell system which can operate a fuel cell in the high condition of an energy conversion efficiency, and the fuel cell control approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] For example, as shown in drawing 5, the conventional fuel cell system which may be carried in an electric vehicle feeds the fuels 124, such as a methanol and water, into the refining machine 128 through a pump 126, in the refining machine 128, generates fuel gas, such as hydrogen, by the steam-reforming reaction of a methanol from a fuel 124, flows into a fuel cell 136 the fuel gas and air 130 which were generated, and generates electromotive force according to electrochemical reaction in a fuel

cell 136 using fuel gas and air 130. And the power outputted to the power generated with the fuel cell 136 and a fuel cell 136 from the dc-battery 140 connected to juxtaposition was supplied to the inverter 144, the motor 146 was driven, and the driving force of an electric vehicle has been obtained.

[0003] While a control section 120 computes the demand output (demand power) of an inverter 144 from the accelerator opening of the electric vehicle detected by the accelerator pedal position sensor 122, an inverter 144 is controlled based on the computed demand output, and the power equivalent to a demand output is made to be supplied to a motor 146 through an inverter 144.

[0004] that is, to the demand output of an inverter 144, from a fuel cell 136, power should be outputted to provide this and supply everything only with the power from a fuel cell 136 -- when there is nothing, from a dc-battery 140, the power of the insufficiency is outputted and an inverter 144 is supplied. Therefore, it depends for the output power of a fuel cell 136 on the demand output of an inverter 144.

[0005] Moreover, a fuel cell 136 cannot output power as a demand, if sufficient fuel gas to output the power is not supplied to a fuel cell 136 from the refining machine 128, however the output request of power may be advanced from the inverter 144. Therefore, it depends for the output power of a fuel cell 136 also on the amount (quantity of gas flow) of the fuel gas supplied to a fuel cell 136.

[0006] Moreover, in order to adjust the amount of the fuel gas supplied to a fuel cell 136 according to the demand output of an inverter 144, a control section 120 drives a pump 126 based on the demand output of an inverter 144, and is controlling the amount of the fuel 124 fed into the refining machine 128.

[0007] However, with the refining vessel 128, even if the amount of the fuel 124 thrown in increases (or reduction), the amount of the fuel gas generated does not immediately increase (or reduction), but produces the time lag for about 2 - 20 seconds, and increases (or reduction). Therefore, the amount of the fuel gas needed in a fuel cell 136 and the amount (quantity of gas flow) of the fuel gas actually supplied to a fuel cell 136 are not necessarily in agreement.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As described above, in the conventional fuel cell system, it depended for the output power of a fuel cell on the amount (quantity of gas flow) of the fuel gas supplied to the demand output and fuel cell of an inverter, therefore the point of a fuel cell 136 of operation was decided by a demand output, a quantity of gas flow, etc. of an inverter according to the development of situation.

[0009] Property drawing and drawing 7 which showed as a parameter the amount (quantity of gas flow) of the fuel gas to which the relation of the output power and generation efficiency in a fuel cell with common drawing 6 is supplied by the fuel cell are property drawing having shown relation with the amount of fuel gas required to generate the output power in a general fuel cell, and its power.

[0010] Therefore, in the above-mentioned conventional fuel cell system, as shown in

drawing 6 , although it is possible to operate on the high point a of generation efficiency of operation, since the point of operation was determined according to the development of situation by the quantity of gas flow etc., the fuel cell had the case where it was operating on the low point b of generation efficiency of operation.

[0011] Moreover, in the above-mentioned conventional fuel cell system, since the point of operation was determined according to the development of situation by the demand output of an inverter etc. even when the fuel gas of only the amount Q_c which makes a fuel cell generate output power W_c is supplied from the refining machine as shown in drawing 7 , the fuel cell had the case where it was operating on the point d of operation that output power generates only W_d . In such a case, since it was originally good at Q_d , the fuel gas of the amount of $Q_c \cdot Q_d$ was useless, and the amount of fuel gas required to generate output power W_d had the low utilization factor of fuel gas.

[0012] Thus, in the conventional fuel cell system, since the point of a fuel cell of operation was determined according to the development of situation by a demand output, a quantity of gas flow, etc. of an inverter, the fuel cell was necessarily operating neither on the high point of generation efficiency of operation, nor the high point of the rate of gas utilization of operation.

[0013] In addition, generation efficiency and the rate of gas utilization can make generation efficiency and the rate of gas utilization as high as both possible by making both product into max, although it is difficult to both make both high since it has the relation of a trade-off. In this case, the product of generation efficiency and the rate of gas utilization can be expressed as an energy conversion efficiency of a fuel cell.

[0014] Therefore, the object of this invention solves the trouble of the above-mentioned conventional technique, and is to offer the fuel cell system which can make the energy conversion efficiency of a fuel cell high.

[0015]

[The means for solving a technical problem, and its operation and effectiveness] In order to attain a part of above-mentioned object [at least], the 1st fuel cell system of this invention An amount detection means of quantity-of-gas-flow relation to be the fuel cell system which is equipped with the fuel cell which generates power in response to supply of gas, and gives the generated power to a load, and to detect the amount of quantity-of-gas-flow relation relevant to the flow rate of said gas supplied to said fuel cell, So that the point of operation relevant to the output current-output voltage property in said fuel cell may be drawn and said fuel cell may be operated on this point of operation corresponding to said detected amount of quantity-of-gas-flow relation Let it be a summary to have the control means which controls the power which should be taken out from said fuel cell.

[0016] Moreover, the process which detects the amount of quantity-of-gas-flow relation relevant to the flow rate of said gas which the fuel cell control approach of this invention is the fuel cell control approach for controlling the fuel cell which generates power in response to supply of gas, and is supplied to the (a) aforementioned fuel cell, (b) So that said fuel cell may be operated corresponding to said detected amount of

quantity-of-gas-flow relation on the process which draws the point of operation relevant to the output current-output voltage property in said fuel cell, and said point of operation (c) Drawn It is making into the summary to have the process which controls the power which should be taken out from said fuel cell.

[0017] Thus, by the 1st fuel cell system and fuel cell control approach of this invention, the amount of quantity-of-gas-flow relation relevant to the flow rate of the gas supplied to a fuel cell is detected, and the point of operation relevant to the output current-output voltage property in a fuel cell is drawn corresponding to the amount of quantity-of-gas-flow relation. And the power which should be taken out from a fuel cell is controlled to operate a fuel cell on the point of operation.

[0018] Therefore, according to the 1st fuel cell system and fuel cell control approach of this invention If the high point of an energy conversion efficiency of operation is most drawn in the output power-output current property in case the point of operation relevant to an output power-output current property is drawn corresponding to the amount of quantity-of-gas-flow relation It becomes possible to operate a fuel cell on the highest point of an energy conversion efficiency of operation, as a result the generation efficiency and the rate of gas utilization of a fuel cell can be made as high as both possible.

[0019] While the 2nd fuel cell system of this invention accumulates the fuel cell which generates power in response to supply of gas, and power It is the fuel cell system which gives the power outputted from the power which was equipped with the rechargeable battery which can output the accumulated power, and was generated with said fuel cell, or said rechargeable battery to a load. An amount detection means of quantity-of-gas-flow relation to detect the amount of quantity-of-gas-flow relation relevant to the flow rate of said gas supplied to said fuel cell, Corresponding to said detected amount of quantity-of-gas-flow relation, the point of operation relevant to the output current-output voltage property in said fuel cell is drawn. While finding the power required in order to operate said fuel cell on this point of operation which should be taken out from said fuel cell Let it be a summary to have the control means which controls the power which should be accumulated in the power or this rechargeable battery which should find the power which should be given to said load and should output it from said rechargeable battery based on two found power.

[0020] Thus, in the 2nd fuel cell system of this invention, the amount of quantity-of-gas-flow relation relevant to the flow rate of the gas supplied to a fuel cell is detected, and the point of operation relevant to the output current-output voltage property in a fuel cell is drawn corresponding to the amount of quantity-of-gas-flow relation. And while finding the power required in order to operate a fuel cell on the point of operation which should be taken out from a fuel cell, the power which should be accumulated in the power or the rechargeable battery which should find the power which should be given to a load and should output it from a rechargeable battery based on two found power is controlled. Thus, by controlling the power of a rechargeable battery, from a fuel cell, the power found as mentioned above can be taken out and a fuel cell can be operated on the

above-mentioned point of operation.

[0021] Therefore, if the high point of an energy conversion efficiency of operation is most drawn in case the point of operation relevant to an output-power-output current property is drawn corresponding to the amount of quantity-of-gas-flow relation according to the 2nd fuel cell system of this invention, by performing control which was described above, it will become possible to operate a fuel cell on such the point of operation, and it will become possible to make the generation efficiency and the rate of gas utilization of a fuel cell as high as both possible.

[0022] In the 2nd fuel cell system of this invention, while having further the rechargeable battery charge sensor which detects the charge of said rechargeable battery, as for said control means, it is desirable to control the power which should be accumulated in the power or this rechargeable battery which should be outputted from said rechargeable battery also based on the charge of said rechargeable battery besides said two found power.

[0023] Generally, the property of the output power of a rechargeable battery is because it is dependent on the charge of a rechargeable battery. Moreover, it is because it is impossible to accumulate power in a rechargeable battery when the charge of a rechargeable battery is close to a full charge, so it is necessary to control not to accumulate power in such a case.

[0024] As for said control means, in the 1st of this invention, or the 2nd fuel cell system, it is desirable in said output current-output voltage property for an energy conversion efficiency to draw the highest point as said point of operation.

[0025] By drawing such the point of operation, it becomes possible to operate a fuel cell on the point of operation with the highest energy conversion efficiency.

[0026] By the 3rd fuel cell system of this invention receiving supply of fuel gas and oxidation gas, and producing electrochemical reaction using this fuel gas and oxidation gas While accumulating the fuel cell which generates power, the flow rate sensor which detects the flow rate of said fuel gas supplied to this fuel cell, or oxidation gas, and power The rechargeable battery which outputs the accumulated power, and the rechargeable battery charge sensor which detects the charge of this rechargeable battery, The inverter which drives a motor in response to supply of the power from said fuel cell or said rechargeable battery, The electrical potential difference outputted from said fuel cell Pressure up or the converter which is decompressed and is impressed to said rechargeable battery and inverter at juxtaposition, Corresponding to said detected flow rate, the point of operation relevant to the output current-output voltage property in said fuel cell is drawn. While finding the power required in order to operate said fuel cell on this point of operation which should be taken out from said fuel cell The power which should be supplied to said inverter based on the information from the outside is found, and let it be a summary to have the control section which adjusts the electrical potential difference outputted from said converter based on two found power and said detected charge.

[0027] In the 3rd fuel cell system of this invention, a flow rate sensor detects the flow rate of the fuel gas supplied to a fuel cell, or oxidation gas. A rechargeable battery charge sensor detects the charge of a rechargeable battery. An inverter drives a motor in response to

supply of the power from a fuel cell or a rechargeable battery. the electrical potential difference to which the converter was outputted from the fuel cell -- pressure up -- or it decompresses and is impressed by the rechargeable battery and the inverter at juxtaposition. Corresponding to the flow rate detected by the flow rate sensor, a control section draws the point of operation relevant to the output current-output voltage property in a fuel cell, and finds the power required in order to operate a fuel cell on the point of operation which should be taken out from a fuel cell. Moreover, the power which should be supplied to an inverter based on the information from the outside is found independently. And based on two found power and the charge detected by the rechargeable battery charge sensor, the electrical potential difference outputted from a converter is adjusted. Consequently, the power (power outputted or power accumulated) of the rechargeable battery with which this electrical potential difference is impressed is adjusted to a desired value, from a fuel cell, the power found as mentioned above can be taken out and a fuel cell can be operated on the above-mentioned point of operation.

[0028] Therefore, if the high point of an energy conversion efficiency of operation is most drawn in case the point of operation relevant to an output power-output current property is drawn corresponding to a flow rate according to the 3rd fuel cell system of this invention, by performing control which was described above, it will become possible to operate a fuel cell on such the point of operation, and it will become possible to make the generation efficiency and the rate of gas utilization of a fuel cell as high as both possible.

[0029]

[Other modes of invention] This invention can also take other following modes. That is, the mode is an electric vehicle carrying the 1st thru/or 3rd above-mentioned fuel cell system. In this electric vehicle, the driving force of an electric vehicle etc. is obtained from a fuel cell by actuation of that motor, using a motor as a load which receives supply of power.

[0030] Thus, by carrying the 1st thru/or 3rd fuel cell system in an electric vehicle, the high electric vehicle of an energy conversion efficiency is realizable.

[0031]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained based on an example. Drawing 1 is the block diagram showing the fuel cell structure of a system as one example of this invention. In addition, the fuel cell system of this example shall be carried in the electric vehicle.

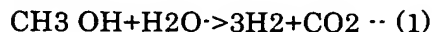
[0032] Then, the fuel cell structure of a system and the rough actuation which are shown in drawing 1 are explained. The fuel cell system shown in drawing 1 is mainly equipped with a control section 20, the accelerator pedal position sensor 22, a pump 26, the refining machine 28, flow rate sensors 32 and 34, a fuel cell 36, DC to DC converter 38, the dc-battery 40, the SOC sensor 42, the inverter 44, and the motor 46.

[0033] A pump 26 supplies the fuels 24, such as a methanol and water, to the refining machine 28 from being controlled by the control signal from a control section 20.

[0034] The refining machine 28 generates the hydeogen-rich gas (reformed gas) containing hydrogen by the steam-reforming reaction of the methanol shown in a formula (1) from the

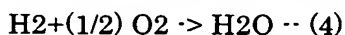
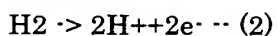
water supplied as a fuel 24, and a methanol.

[0035]



[0036] A fuel cell 36 introduces air 30 as oxidation gas containing oxygen, performs electrochemical reaction as shown in formula (2) - (4), and generates power while it introduces the hydrogen-rich gas generated with the refining vessel 28 as fuel gas.

[0037]



[0038] In this example, the fuel cell 36 consists of polymer electrolyte fuel cells, and has constituted the stack structure which carried out two or more laminatings of the single cell (not shown) which consists of an electrolyte membrane, an anode, a cathode, a separator, etc. The introduced hydrogen-rich gas is supplied to the cathode of each cell through fuel gas passage (not shown), the reaction shown in a formula (2) is presented, air is supplied to the anode of each cell through an oxidation gas passageway (not shown), and the reaction shown in a formula (3) is presented with it. In addition, a formula (4) is a reaction which occurs with the whole fuel cell.

[0039] A flow rate sensor 32 detects the flow rate of the hydrogen-rich gas which flows the hydrogen-rich gas supply way to a fuel cell 36, and a flow rate sensor 34 detects the flow rate of the air which flows the air supply way to a fuel cell 36, and it sends the detection result to a control section 20, respectively. In addition, flow rate sensors 32 and 34 do not necessarily need to be sensors which detect the flow rate of hydrogen-rich gas or air directly, and should just be sensors which can detect the amount relevant to the flow rate of hydrogen-rich gas or air.

[0040] The dc-battery 40 and the inverter 44 are connected to the fuel cell 36 through DC to DC converter 38 at juxtaposition, and the power generated with the fuel cell 36 is supplied also to a dc-battery 40 depending on the case while it is supplied to an inverter 44 through DC to DC converter 38.

[0041] the electrical potential difference to which DC to DC converter 38 was outputted from the fuel cell 36 -- pressure up -- or the pressure is lowered and it is impressed by the inverter 44 and the dc-battery 40 through diode 39 at juxtaposition. At this time, DC to DC converter 38 adjusts pressure up or the electrical potential difference whose pressure was lowered according to the control signal from a control section 20.

[0042] He is trying, as for diode 39, for a current to flow from DC to DC converter 38 only to an one direction to an inverter 44 or a dc-battery 40.

[0043] A dc-battery 40 accumulates the power supplied from the fuel cell 36, and the power revived through the inverter 44 from the motor 46 depending on the case, or supplies the accumulated power to an inverter 44. In this example, although the dc-batteries 40, such as a lead accumulator, are used as a rechargeable battery, rechargeable batteries of other type, such as a Ni-Cd battery, a nickel-hydrogen battery, and a lithium secondary battery,

can also be used. The power supply of this dc-battery 40 is determined by the magnitude of the run state an electric vehicle is expected to be, i.e., the load expected, the power supply of a fuel cell 36 put side by side.

[0044] The SOC sensor 42 detects the charge (SOC) of a dc-battery 40, and sends the detection result to a control section 20. The SOC sensor 42 consists of SOC meter which integrates the current value and time amount of charge and discharge in a dc-battery 40, and, specifically, the control section 20 is calculating the charge of a dc-battery 40 by the operation based on this integrated value. Moreover, you may make it the specific gravity sensor which measures the specific gravity of the electrolytic solution of a dc-battery 40 instead of such SOC meter constitute the SOC sensor 42. In this case, a control section 20 calculates the charge of a dc-battery 40 from these measured value.

[0045] An inverter 44 drives a motor 46 with the power supplied from the fuel cell 36 or the dc-battery 40. Specifically, an inverter 44 is controlling the torque generated by the motor 46 by adjusting the amplitude (actually pulse width) and frequency of three-phase-circuit alternating voltage which are supplied to a motor 46 according to the control signal from a control section 20 at this time while it changes into three-phase-circuit alternating voltage the direct current voltage impressed from DC to DC converter 38 or the dc-battery 40 and supplies it to a motor 46.

[0046] Actually, the inverter 44 is constituted considering six switching elements (for example, the bipolar form MOSFET (IGBT)) as a main circuit component, and has changed the switching operation of these switching elements into the amplitude of a request of the impressed direct current voltage, and the three-phase-alternating-current electrical potential difference of a frequency by being controlled by the control signal from a control section 20.

[0047] The motor 46 consists of for example, three phase synchronous motors, is driven with the power supplied through the inverter 44 from the fuel cell 36 or the motor 46, and makes a driving shaft (not shown) generate torque. The generated torque is transmitted to the axle (not shown) of an electric vehicle through a gear (not shown), and gives revolution driving force to a wheel. Thereby, driving force is given to an electric vehicle and it is made to run an electric vehicle.

[0048] Moreover, the accelerator pedal position sensor 22 detects the accelerator opening of an electric vehicle, and sends the detection result to a control section 20.

[0049] On the other hand, the control section 20 is equipped with CPU20a, ROM20b, RAM20c, and 20d of input/output port. Among these, CPU20a performs a desired operation according to a control program, and performs various processings and control. Moreover, ROM20b stores beforehand the above-mentioned control program, the control data used in case the above-mentioned operation is performed, the data of the output current-output voltage property which made the parameter the quantity of gas flow of a fuel cell 36 mentioned later, the data of the output current-output power property which made the charge (SOC) of a dc-battery 40 the parameter, etc. RAM stores temporarily the

various data obtained by having performed the above-mentioned operation. input/output port inputs the detection result sent from various sensors, and tells CPU20a -- according to the directions from CPU20a, a control signal is both outputted to each component.

[0050] Then, the processing actuation in the fuel cell system of this example is explained in detail, using the flow chart of drawing 2 .

[0051] Drawing 2 is a flow chart which shows the flow of the processing actuation in the fuel cell system of drawing 1 . As shown in drawing 2 , a control section 20 incorporates first the accelerator opening detected by the accelerator pedal position sensor 22 (step S10). A control section 20 can detect the hope of the operator whether you send what power to a motor 46 through an inverter 44, and want to run an electric vehicle by this. Then, a control section 20 computes the power (demand output of an inverter 44) which should be supplied to an inverter 44 from the incorporated accelerator opening (step S12).

[0052] Moreover, a control section 20 incorporates the flow rate of the hydeogen-rich gas which is fuel gas detected by the flow rate sensor 32 as a quantity of gas flow (step S14). In addition, you may also incorporate the flow rate of the air which is oxidation gas detected by the flow rate sensor 34 as a quantity of gas flow instead of incorporating the flow rate of the hydeogen-rich gas which is fuel gas, since there is fixed relation to the amount of the hydrogen used by electrochemical reaction and oxygen as the formula (4) showed.

Moreover, you may make it incorporate both the flow rates of hydeogen-rich gas and air.

[0053] By the way, as mentioned above, the data of the output current-output voltage property which made the quantity of gas flow the parameter in a fuel cell 36 are stored in ROM20b in a control section 20.

[0054] Drawing 3 is property drawing showing an example of the output current-output voltage property which made the quantity of gas flow the parameter in the fuel cell 36 of drawing 1 . In drawing 3 , an axis of ordinate expresses the output voltage of a fuel cell 36, and the axis of abscissa expresses the output current.

[0055] If the output current-output voltage property of a fuel cell 36 is changing with the flow rates (quantity of gas flow) of the fuel gas which flows into a fuel cell 36 and it is decided that a quantity of gas flow will be a certain value as shown in drawing 3 , the output current-output voltage property in the quantity of gas flow will be decided uniquely. In drawing 3 , the quantity of gas flow serves as properties F1, F2, F3, and F4 at small order.

[0056] Therefore, the output current-output voltage property in the quantity of gas flow is stored in ROM20b for every quantity of gas flow. Then, a control section 20 reads the output current-output voltage property corresponding to the quantity of gas flow from ROM20b in a control section 20 based on the incorporated quantity of gas flow. And a control section 20 computes the highest point of the energy conversion efficiency in a fuel cell 36 from the read output current-output voltage property (step S16).

[0057] Here, the energy conversion efficiency in a fuel cell 36 can be acquired as a product (rate of generation efficiency x gas utilization) of the generation efficiency in a fuel cell 36, and the rate of gas utilization. On the other hand, generally, in a fuel cell, the generation

efficiency is proportional to the output voltage, and the relation that the amount of required fuel gas is proportional to the output current is known. Therefore, the product of the generation efficiency and the rate of gas utilization in a fuel cell can be transposed to the product of output voltage and the output current. That is, in other words, the energy conversion efficiency in a fuel cell can be expressed as a product (output voltage x output current) of the output voltage and the output current in a fuel cell.

[0058] therefore -- for example, when reading appearance of the property F2 in drawing 3 is carried out as an output current-output voltage property corresponding to the detected quantity of gas flow, in the output current-output voltage property F2 which carried out reading appearance, a control section 20 computes the point Pm with which the product of output voltage and the output current becomes the largest, and considers the point Pm as the highest point of an energy conversion efficiency.

[0059] In addition, since the product of the output voltage and the output current in a fuel cell is equivalent to the output power of a fuel cell, the biggest point of the output power of a fuel cell turns into the highest point of an energy conversion efficiency.

[0060] In this way, if the highest point of an energy conversion efficiency is computed, a control section 20 will determine the computed point as the point of a fuel cell 36 of operation (step S18), and will compute the output power of the fuel cell 36 at the time of operating a fuel cell 36 on the point of operation (step S20).

[0061] In addition, a control section 20 may perform mostly processing of steps S10 and S12, and processing of steps S14-S20 by synchronization, and after one processing is completed, you may make it start processing of another side.

[0062] Next, a control section 20 subtracts the output power of the fuel cell 36 computed at step S20 from the demand output of the inverter 44 computed at step S12, searches for the difference (step S22), with [the difference] zero [or more], it progresses to processing of step S24, and with [control section] zero [less than], it shifts to processing of step S32. here, the demand output of an inverter 44 should supply everything for a difference being zero or more only by the output power of a fuel cell 36 -- even if that the condition that there is nothing is expressed and a difference is less than zero supplies the output power of a fuel cell 36 to an inverter 44 -- power -- in addition -- a complementary -- stripes -- it may be unacquainted and the condition is expressed.

[0063] Then, when a difference is zero or more, a control section 20 incorporates first the charge (SOC) of the dc-battery 40 detected by the SOC sensor 42 (step S24).

[0064] By the way, as mentioned above, the data of the output current-output power property which made SOC the parameter in a dc-battery 40 are stored in ROM20b in a control section 20.

[0065] Drawing 4 is property drawing showing an example of the output current-output voltage property which made SOC the parameter in the dc-battery 40 of drawing 1. In drawing 4, an axis of ordinate expresses the output voltage of a dc-battery 40, and the axis of abscissa expresses the output current.

[0066] If the output current-output voltage property of a dc-battery 40 is changing with

SOC and SOC is decided as shown in drawing 4, the output current-output voltage property at that time will be decided uniquely. In drawing 4, it is G1, G2, --, G5 at the small order of SOC. Therefore, the output current-output voltage property in the SOC is stored in ROM20b for every SOC.

[0067] Then, a control section 20 reads the output current-output voltage property corresponding to the SOC from ROM20b in a control section 20 based on incorporated SOC. And a control section 20 determines the output voltage required of a dc-battery 40 based on the read output current-output voltage property from the difference of the demand output of an inverter 44 and the output power of 36 which were obtained at step S22 (step S26).

[0068] When reading appearance of property G3 in drawing 4 is specifically carried out as an output current-output voltage property corresponding to detected SOC, a control section 20 computes the point with which the product (namely, output power of a dc-battery 40) of output power and the output current becomes almost equal to the difference of the demand output of an inverter 44, and the output power of 36 in the output current-output voltage property G3 by which reading appearance was carried out. Now, supposing the point is Pn at drawing 4, the output voltage Vn of the dc-battery 40 in the point Pn will be determined as output voltage of which it is required by the dc-battery 40.

[0069] Next, a control section 20 controls DC to DC converter 38, and it adjusts it so that the output voltage of DC to DC converter 38 may turn into output voltage determined at step S26 (step S28). adjusting the output voltage of DC to DC converter 38 in this way, since the output voltage of DC to DC converter 38 is impressed to the dc-battery 40 and the inverter 44, respectively -- the output voltage of a dc-battery 40 turns into output voltage determined at step S26. Therefore, from a dc-battery 40, the power which is equivalent to the difference of the demand output of an inverter 44 and the output power of a fuel cell 36 which were obtained at step S22 as output power will be outputted.

[0070] Then, a control section 20 controls an inverter 44 to consume the power equivalent to the demand output of the inverter 44 computed at step S12 by the motor 46 through an inverter 44. Consequently, while the power outputted from the dc-battery 40 is supplied to an inverter 44, the power (namely, difference of the demand output of an inverter 44 and the output power of a dc-battery 40) of the remaining parts is pulled out from a fuel cell 36, and is supplied to an inverter 44 (step S30).

[0071] That is, when a control section 20 performs the above control to DC to DC converter 38 and an inverter 44, the output power computed at step S20 will be taken out from a fuel cell 36, and a fuel cell 36 will operate on the highest point of an energy conversion efficiency of operation.

[0072] On the other hand, when the difference of the demand output of an inverter 44 and the output power of a fuel cell 36 which were obtained at step S22 is less than zero, a control section 20 incorporates SOC of the dc-battery 40 detected by the SOC sensor 42 like the case of step S24 (step S32), and it judges after that whether the incorporated SOC is less than 100% (step S34). It progresses to processing of step S36 as what can still accumulate power in a dc-battery 40 when SOC is less than 100% as a result of a judgment,

and when SOC is 100%, it shifts to processing of step S42 as what cannot accumulate power in a dc-battery 40 any longer.

[0073] When SOC is less than 100%, a control section 20 reads the output current-output voltage property corresponding to the SOC like the case of step S26 based on incorporated SOC, and determines the output voltage required of a dc-battery 40 based on the output current-output voltage property from the difference of the demand output of an inverter 44 and the output power of a fuel cell 36 which were obtained at step S22 (step S36).

[0074] The same with having mentioned above, when reading appearance of property G3 is carried out as an output current-output voltage property corresponding to detected SOC, specifically, a control section 20 computes the point with which the product of output power and the output current becomes almost equal to the difference of the demand output of an inverter 44, and the output power of a fuel cell 36 in the output current-output voltage property G3 by which reading appearance was carried out. Under the present circumstances, unlike the case of step S26, since the difference of the demand output of an inverter 44 and the output power of 36 is less than zero (namely, negative), the product (namely, output power of a dc-battery 40) of output power and output power will compute the point used as negative. Power is being accumulated in a dc-battery 40 and it is said here that it is carrying out for the thing semantics of saying [that the power outputted from a dc-battery 40 serves as negative]. Moreover, since the output voltage of a dc-battery 40 does not serve as negative as shown in drawing 4 , the point with which the output current serves as negative will be computed.

[0075] Then, now, supposing the point is Pr at drawing 4 , the output voltage Vr of the dc-battery 40 in the point Pr will be determined as output voltage of which it is required by the dc-battery 40.

[0076] Next, a control section 20 controls DC to DC converter 38, and it adjusts it so that the output voltage of DC to DC converter 38 may turn into output voltage determined at step S36 (step S38). Consequently, the output voltage of a dc-battery 40 turns into output voltage determined at step S26, and power will be accumulated in a dc-battery 40. That is, from a fuel cell 36, power will be pulled out and the power equivalent to the absolute value of the difference of the demand output of an inverter 44 and the output power of a fuel cell 36 which were obtained at step S22 among the output power will be accumulated in a dc-battery 40.

[0077] Moreover, a control section 20 controls an inverter 44 to consume the power equivalent to the demand output of the inverter 44 computed at step S12 by the motor 46 through an inverter 44. Consequently, the power (namely, the remaining power to have not been accumulated in a dc-battery 40) which is equivalent to the demand output of an inverter 44 among the power taken out from the fuel cell 36 is supplied to an inverter 44, and is consumed by the motor 46 (step S40).

[0078] Therefore, when a control section 20 performs the above control to DC to DC converter 38 and an inverter 44, the output power computed at step S20 will be taken out from a fuel cell 36, and a fuel cell 36 will operate on the highest point of an energy

conversion efficiency of operation.

[0079] On the other hand, when SOC is 100%, a control section 20 reads the output current-output voltage property corresponding to SOC=100%, and the output voltage required of the dc-battery 40 in case the output power of a dc-battery 40 is set to 0 is determined based on the output current-output voltage property (step S42).

[0080] That is, for example, in the case of drawing 4, since the output current-output voltage property corresponding to SOC=100% is a property G5, reading appearance of this property G5 is carried out. A control section 20 computes the point with which the output power (namely, product of output power and the output current) of a dc-battery 40 is set to 0 in the output current-output voltage property G5 by which reading appearance was carried out. Since the output voltage of a dc-battery 40 does not serve as negative as shown in drawing 4, the point with which the output current is set to 0 will be computed.

[0081] as shown in drawing 4, it comes out and the point with which the output power of a dc-battery 40 is set to 0 is determined as output voltage which is P_s and of which the output voltage V_s of the dc-battery 40 in the point P_s is required by the dc-battery 40.

[0082] Next, a control section 20 controls DC to DC converter 38, and it adjusts it so that the output voltage of DC to DC converter 38 may turn into output voltage determined at step S42 (step S44). Consequently, since the output voltage of a dc-battery 40 turns into output voltage determined at step S42, the output power of a dc-battery 40 is set to 0, and it also becomes that power is outputted from a dc-battery 40, without accumulating power in a dc-battery 40.

[0083] Furthermore, a control section 20 controls an inverter 44 to consume the power equivalent to the demand output of the inverter 44 computed at step S12 by the motor 46 through an inverter 44. Consequently, from a fuel cell 36, without taking out the power equivalent to the demand output of an inverter 44, and being accumulated in a dc-battery 40, an inverter 44 is supplied and it is consumed by the motor 46 (step S46).

[0084] In addition, to the last, the power taken out from a fuel cell 36 in this case is the power equivalent to the demand output of an inverter 44, and is not necessarily in agreement with the output power computed at step S20. Therefore, a fuel cell 36 may operate on the points of operation other than the point of operation determined at step S18.

[0085] By the way, in the above explanation, although especially the control to the pump 26 of a control section 20 was not described, a control section 20 controls a pump 26 as follows, for example, and adjusts the amount of the fuel supplied to the refining machine 28. That is, a control section 20 adjusts the amount of the fuel supplied to the refining machine 28 according to the average for the past several seconds of the actual output power from an inverter 44 to a motor 46. Or you may make it adjust the amount of a fuel according to an accelerator opening (namely, demand output of an inverter 44), and may make it adjust the amount of a fuel according to SOC of a dc-battery 40. Or you may make it adjust the amount of a fuel combining these. Moreover, a pump 26 may be controlled simply to supply the fuel of a constant rate to the refining machine 28.

[0086] Now, according to this example, except actuation at step S46, as explained above,

since a fuel cell 36 can be operated on the point of operation with the highest energy conversion efficiency, the energy conversion efficiency of a fuel cell 36 can be made high, as a result the generation efficiency and the rate of gas utilization of a fuel cell can be made as high as both possible.

[0087] In addition, this invention can be carried out in various modes in the range which is not restricted to the above-mentioned example or the above-mentioned operation gestalt, and does not deviate from the summary.

[0088] In the above-mentioned example, the data of the output current-output voltage property which made the parameter the quantity of gas flow in a fuel cell 36 are beforehand stored in ROM20b in a control section 20. A control section 20 Based on the incorporated quantity of gas flow, the output current-output voltage property corresponding to the quantity of gas flow is read. From the read output current-output voltage property, the highest point of the energy conversion efficiency in a fuel cell 36 is computed. Furthermore, the computed point was determined as the point of a fuel cell 36 of operation, and the output power of the fuel cell 36 at the time of operating a fuel cell 36 on the point of operation was computed. However, this invention is not what is limited to this. For example, the data of the highest point of the energy conversion efficiency in the output current-output voltage property corresponding to the quantity of gas flow are beforehand stored in ROM20b in a control section 20 for every quantity of gas flow. a control section 20 carries out reading appearance of the highest point of the energy conversion efficiency corresponding to the quantity of gas flow, and you may make it used for it from ROM20b in a control section 20 based on the incorporated quantity of gas flow moreover, corresponding to the quantity of gas flow, the data of the output power of the fuel cell 36 at the time of operating a fuel cell 36 on the highest point of an energy conversion efficiency of operation are beforehand stored in ROM20b in a control section 20 for every quantity of gas flow, and a control section 20 carries out reading appearance of the output power of the fuel cell 36 corresponding to the quantity of gas flow, and you may make it used for it from ROM20b in a control section 20 based on the incorporated quantity of gas flow

[0089] Thus, the content of processing in a control section 20 is mitigable by using the data stored in ROM20b in a control section 20 as the data of the highest point of an energy conversion efficiency, and the data of the output power at the time of operating a fuel cell on the highest point of an energy conversion efficiency of operation.

[0090] Moreover, in the above-mentioned example, although a methanol and water were supplied to the refining machine 28 as a fuel 24, this invention may not be limited to this, may be replaced with a methanol, and may be methane, ethanol, natural gas, a gasoline, gas oil, etc.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the fuel cell structure of a system as one example of this invention.

[Drawing 2] It is the flow chart which shows the flow of the processing actuation in the fuel cell system of drawing 1.

[Drawing 3] It is property drawing showing an example of the output current-output voltage property which made the quantity of gas flow the parameter in the fuel cell 36 of drawing 1.

[Drawing 4] It is property drawing showing an example of the output current-output voltage property which made SOC the parameter in the dc-battery 40 of drawing 1.

[Drawing 5] It is the block diagram showing the conventional fuel cell structure of a system.

[Drawing 6] It is property drawing having shown as a parameter the amount (quantity of gas flow) of the fuel gas to which the relation of the output power and generation efficiency in a general fuel cell is supplied by the fuel cell.

[Drawing 7] It is property drawing having shown relation with the amount of fuel gas required to generate the output power in a general fuel cell, and its power.

[Description of Notations]

20 -- Control section

20 a--CPU

20 b--ROM

20 c--RAM

20d -- Input/output port

22 -- Accelerator pedal position sensor

24 -- Fuel

26 -- Pump

28 -- Refining machine

30 -- Air

32 34 -- Flow rate sensor

36 -- Fuel cell

38 -- DC to DC converter

39 -- Diode

40 -- Dc-battery

42 -- SOC sensor

44 -- Inverter

46 -- Motor

120 -- Control section

122 -- Accelerator pedal position sensor

124 -- Fuel

126 -- Pump

128 -- Refining machine

130 -- Air

Japanese Publication number : 2000-12059A

136 -- Fuel cell

169 -- Diode

140 -- Dc-battery

142 -- SOC sensor

144 -- Inverter

146 -- Motor

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-12059
(P2000-12059A)

(43) 公開日 平成12年1月14日 (2000.1.14)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト (参考)
H 0 1 M 8/04		H 0 1 M 8/04	P 5 H 0 2 7
8/00		8/00	A

審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平10-196763

(22) 出願日 平成10年6月25日 (1998.6.25)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 岩瀬 正宜

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100097146

弁理士 下出 隆史 (外2名)

Fターム (参考) 5H027 AA06 BA01 DD03 KK00 KK22

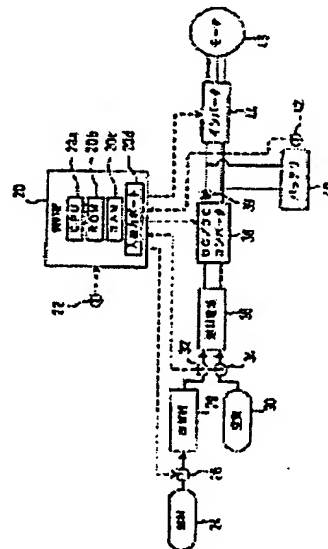
KK25 KK51 MM26 MM27

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム及び燃料電池制御方法

(57) 【要約】

【課題】 燃料電池をエネルギー変換効率の高い動作ポイントで動作させる。

【解決手段】 制御部は取り込んだアクセル開度からインバータの要求出力を算出する (S12)。制御部は取り込んだガス量に対応した出力電流-出力電圧特性を逐次出し、その特性からエネルギー変換効率の最も高いポイントを出し、燃料電池の動作ポイントとして決定する共に、その動作ポイントでの燃料電池の出力電力を算出する (S16~S20)。制御部はインバータ要求出力と燃料電池出力電力の差とバッテリーのSOCに基づいてバッテリーに要求される出力電圧を決定する (S24)。制御部はDC/DCコンバータを制御して、バッテリーの出力電圧が決定した出力電圧になるように、DC/DCコンバータの出力電圧を調整する (S28)。制御部はインバータを制御して、要求出力に相当する電力をモータで消費させるようにする (S30)。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ガスの供給を受けて電力を発生する燃料電池を備え、発生された電力を負荷に与える燃料電池システムであって、前記燃料電池に供給される前記ガスの流量に関連したガス流量関連量を検出するガス流量関連量検出手段と、検出された前記ガス流量関連量に対応して、前記燃料電池における出力電流-出力電圧特性に関連した動作ポイントを導き出し、該動作ポイントで前記燃料電池を動作させるように、前記燃料電池から取り出すべき電力を制御する制御手段と、を備える燃料電池システム。

【請求項 2】 ガスの供給を受けて電力を発生する燃料電池と、電力を蓄積すると共に、蓄積された電力を出力することが可能な二次電池と、を備え、前記燃料電池で発生された電力または前記二次電池から出力された電力を負荷に与える燃料電池システムであって、前記燃料電池に供給される前記ガスの流量に関連したガス流量関連量を検出するガス流量関連量検出手段と、検出された前記ガス流量関連量に対応して、前記燃料電池における出力電流-出力電圧特性に関連した動作ポイントを導き出し、該動作ポイントで前記燃料電池を動作させるために必要な、前記燃料電池から取り出すべき電力を求めると共に、前記負荷に与えるべき電力を求め、求めた2つの電力に基づいて前記二次電池から出力すべき電力または該二次電池に蓄積すべき電力を制御する制御手段と、を備える燃料電池システム。

【請求項 3】 請求項 2に記載の燃料電池システムにおいて、

前記二次電池の充電量を検出する二次電池充電量センサをさらに備えると共に、

前記制御手段は、求めた前記2つの電力の他、検出された前記充電量にも基づいて、前記二次電池から出力すべき電力または該二次電池に蓄積すべき電力を制御することを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 4】 請求項 1ないし請求項 3のうちの任意の

一つに記載の燃料電池システムにおいて、

前記制御手段は、前記出力電流-出力電圧特性において、エネルギー変換効率が最も高いポイントを前記動作ポイントとして導き出すことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 5】 燃料電池システムであって、

燃料ガスと酸化ガスの供給を受け、該燃料ガスと酸化ガスをを用いて電気化学反応を生じさせることにより、電力を発生する燃料電池と、

該燃料電池に供給される前記燃料ガスまたは酸化ガスの流量を検出する流量センサと、

電力を蓄積すると共に、蓄積された電力を出力する二次電池と、

該二次電池の充電量を検出する二次電池充電量センサと、

前記燃料電池または前記二次電池からの電力の供給を受けて、モータを駆動するインバータと、

前記燃料電池から出力された電圧を昇圧または減圧して、前記二次電池及びインバータに並列に印加するコンバータと、

検出された前記流量に対応して、前記燃料電池における出力電流-出力電圧特性に関連した動作ポイントを導き出し、該動作ポイントで前記燃料電池を動作させるために必要な、前記燃料電池から取り出すべき電力を求めると共に、外部からの情報に基づいて前記インバータに供給すべき電力を求め、求めた2つの電力と検出された前記充電量に基づいて、前記コンバータから出力される電圧を調整する制御部と、を備える燃料電池システム。

【請求項 6】 ガスの供給を受けて電力を発生する燃料電池を制御するための燃料電池制御方法であって、

(a) 前記燃料電池に供給される前記ガスの流量に関連したガス流量関連量を検出する工程と、

(b) 検出された前記ガス流量関連量に対応して、前記燃料電池における出力電流-出力電圧特性に関連した動作ポイントを導き出す工程と、

(c) 導き出した前記動作ポイントで前記燃料電池を動作させるように、前記燃料電池から取り出すべき電力を制御する工程と、を備える燃料電池制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、エネルギー変換効率の高い状態で燃料電池を動作させることが可能な燃料電池システム及び燃料電池制御方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 例えば、電気自動車に搭載され得る従来の燃料電池システムは、図5に示すように、メタノール及び水などの燃料124をポンプ126を介して改質器128に投入し、改質器128において、燃料124からメタノールの水蒸気改質反応によって水素などの燃料ガスを生成し、その生成した燃料ガスと空気130とを燃料電池136に流入し、燃料電池136において、燃料ガスと空気130を用いて電気化学反応により起電力を発生する。そして、燃料電池136で発生した電力と燃料電池136に並列に接続されたバッテリー140から出力される電力とをインバータ144に供給し、モータ146を駆動して、電気自動車の推進力を得ている。

【0003】 制御部120は、アクセルペダルポジションセンサ122によって検出される電気自動車のアクセル開度から、インバータ144の要求出力（要求電力）を算出すると共に、算出した要求出力に基づいてインバータ144を制御して、要求出力に相当する電力がイン

バータ144を介してモータ146に供給されるようにしている。

【0004】即ち、インバータ144の要求出力に対し、燃料電池136からは、これを賄うように電力が出力され、そして、燃料電池136からの電力だけで賄いきれない場合には、バッテリー140から、その不足分の電力が出力されて、インバータ144に供給される。従って、燃料電池136の出力電力は、インバータ144の要求出力に依存している。

【0005】また、燃料電池136は、インバータ144からいくら電力の出力要求が出されていても、その電力を出力するのに十分な燃料ガスが改質器128から燃料電池136に供給されていなければ、要求通りの電力を出力することはできない。従って、燃料電池136の出力電力は、燃料電池136に供給される燃料ガスの量（ガス流量）にも依存している。

【0006】また、インバータ144の要求出力に応じて燃料電池136に供給される燃料ガスの量を調整するために、制御部120は、インバータ144の要求出力に基づいてポンプ126を駆動し、改質器128に投入される燃料124の量を制御している。

【0007】しかし、改質器128では、投入される燃料124の量が増加（または減少）しても、生成される燃料ガスの量はすぐには増加（または減少）せず、2〜20秒ほどのタイムラグを生じて増加（または減少）する。従って、燃料電池136において必要とされる燃料ガスの量と燃料電池136に実際に供給される燃料ガスの量（ガス流量）とは必ずしも一致するわけではない。

【0008】**【発明が解決しようとする課題】**上記したように、従来の燃料電池システムにおいては、燃料電池の出力電力はインバータの要求出力や燃料電池に供給される燃料ガスの量（ガス流量）に依存しており、従って、燃料電池136の動作ポイントは、インバータの要求出力やガス流量などによって成り行きで決まっていた。

【0009】図6は一般的な燃料電池における出力電力と発電効率との関係を燃料電池に供給される燃料ガスの量（ガス流量）をパラメータとして示した特性図、図7は一般的な燃料電池における出力電力とその電力を発生させるのに必要な燃料ガスの量との関係を示した特性図である。

【0010】従って、上記した従来の燃料電池システムにおいては、図6に示すように、燃料電池は、発電効率の高い動作ポイントaで動作することが可能であるにも関わらず、ガス流量などによって動作ポイントが成り行きで決定されるため、例えば、発電効率の低い動作ポイントbで動作している場合があった。

【0011】また、上記した従来の燃料電池システムにおいては、図7に示すように、改質器から燃料電池に、出力電力Wcを発生させるだけの量Qcの燃料ガスが供

給されている場合でも、インバータの要求出力などによって動作ポイントが成り行きで決定されるため、燃料電池は、例えば、出力電力がWdしか発生しないような動作ポイントdで動作している場合があった。このような場合、出力電力Wdを発生させるのに必要な燃料ガスの量は本来Qdで良いため、Qc-Qdの量の燃料ガスが無駄になっており、燃料ガスの利用率が低かった。

【0012】このように、従来の燃料電池システムにおいて、燃料電池の動作ポイントは、インバータの要求出力やガス流量などによって成り行きで決定されているため、燃料電池は、必ずしも、発電効率の高い動作ポイントやガス利用率の高い動作ポイントで動作していなかった。

【0013】なお、発電効率とガス利用率とはトレードオフの関係にあるため、両者を共に高くすることは困難であるが、両者の値を最大にすることによって、発電効率とガス利用率を共にできる限り高くすることは可能である。この場合、発電効率とガス利用率の積は、燃料電池のエネルギー変換効率として表すことができる。

【0014】従って、本発明の目的は、上記した従来技術の問題点を解決し、燃料電池のエネルギー変換効率を高くすることが可能な燃料電池システムを提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】上記した目的の少なくとも一部を達成するために、本発明の第1の燃料電池システムは、ガスの供給を受けて電力を発生する燃料電池を備え、発生された電力を負荷に与える燃料電池システムであって、前記燃料電池に供給される前記ガスの流量に関連したガス流量関連量を検出するガス流量関連量検出手段と、検出された前記ガス流量関連量に対応して、前記燃料電池における出力電流-出力電圧特性に関連した動作ポイントを逐次出し、該動作ポイントで前記燃料電池を動作させるように、前記燃料電池から取り出すべき電力を制御する制御手段と、を備えることを要旨とする。

【0016】また、本発明の燃料電池制御方法は、ガスの供給を受けて電力を発生する燃料電池を制御するための燃料電池制御方法であって、(a)前記燃料電池に供給される前記ガスの流量に関連したガス流量関連量を検出する工程と、(b)検出された前記ガス流量関連量に対応して、前記燃料電池における出力電流-出力電圧特性に関連した動作ポイントを逐次出す工程と、(c)逐次出した前記動作ポイントで前記燃料電池を動作させるように、前記燃料電池から取り出すべき電力を制御する工程と、を備えることを要旨としている。

【0017】このように、本発明の第1の燃料電池システム及び燃料電池制御方法では、燃料電池に供給されるガスの流量に関連したガス流量関連量を検出し、そのガス流量関連量に対応して、燃料電池における出力電流-

出力電圧特性に関連した動作ポイントを逐次出す。そして、その動作ポイントで燃料電池を動作させるように、燃料電池から取り出すべき電力を制御する。

【0018】従って、本発明の第1の燃料電池システム及び燃料電池制御方法によれば、ガス流量関連量に対応して出力電力-出力電流特性に関連した動作ポイントを逐次出す際、その出力電力-出力電流特性の中で最もエネルギー変換効率の高い動作ポイントを逐次出すようにすれば、燃料電池をエネルギー変換効率の最も高い動作ポイントで動作させることが可能となり、延いては、燃料電池の発電効率とガス利用率を共にできる限り高くすることができる。

【0019】本発明の第2の燃料電池システムは、ガスの供給を受けて電力を発生する燃料電池と、電力を蓄積すると共に、蓄積された電力を出力することが可能な二次電池と、を備え、前記燃料電池で発生された電力または前記二次電池から出力された電力を負荷に与える燃料電池システムであって、前記燃料電池に供給される前記ガスの流量に関連したガス流量関連量を検出するガス流量関連量検出手段と、検出された前記ガス流量関連量に対応して、前記燃料電池における出力電流-出力電圧特性に関連した動作ポイントを逐次出し、該動作ポイントで前記燃料電池を動作させるために必要な、前記燃料電池から取り出すべき電力を求めると共に、前記負荷に与えるべき電力を求め、求めた2つの電力に基づいて前記二次電池から出力すべき電力または該二次電池に蓄積すべき電力を制御する制御手段と、を備えることを要旨とする。

【0020】このように、本発明の第2の燃料電池システムでは、燃料電池に供給されるガスの流量に関連したガス流量関連量を検出し、そのガス流量関連量に対応して、燃料電池における出力電流-出力電圧特性に関連した動作ポイントを逐次出す。そして、その動作ポイントで燃料電池を動作させるために必要な、燃料電池から取り出すべき電力を求めると共に、負荷に与えるべき電力を求め、求めた2つの電力に基づいて二次電池から出力すべき電力または二次電池に蓄積すべき電力を制御する。このように二次電池の電力を制御することによって、燃料電池からは上記のように求めた電力を取り出すことができ、燃料電池を上記動作ポイントで動作させることができる。

【0021】従って、本発明の第2の燃料電池システムによれば、ガス流量関連量に対応して出力電力-出力電流特性に関連した動作ポイントを逐次出す際に、最もエネルギー変換効率の高い動作ポイントを逐次出すようにすれば、上記したような制御を行なうことによって、燃料電池をそのような動作ポイントで動作させることが可能となり、燃料電池の発電効率とガス利用率を共にできる限り高くすることが可能となる。

【0022】本発明の第2の燃料電池システムにおい

て、前記二次電池の充電量を検出する二次電池充電量センサをさらに備えると共に、前記制御手段は、求めた前記2つの電力の他、前記二次電池の充電量にも基づいて、前記二次電池から出力すべき電力または該二次電池に蓄積すべき電力を制御することが望ましい。

【0023】一般に、二次電池の出力電力の特性は、二次電池の充電量に依存するからである。また、二次電池の充電量が満充電に近い場合には、二次電池に電力を蓄積することは不可能であるので、そのような場合には電力を蓄積しないように制御する必要があるからである。

【0024】本発明の第1または第2の燃料電池システムにおいて、前記制御手段は、前記出力電流-出力電圧特性において、エネルギー変換効率の最も高い動作ポイントを前記動作ポイントとして逐次出すことが望ましい。

【0025】このような動作ポイントを逐次出すことによって、燃料電池をエネルギー変換効率の最も高い動作ポイントで動作させることが可能となる。

【0026】本発明の第3の燃料電池システムは、燃料ガスと酸化ガスの供給を受け、該燃料ガスと酸化ガスを用いて電気化学反応を生じさせることにより、電力を発生する燃料電池と、該燃料電池に供給される前記燃料ガスまたは酸化ガスの流量を検出する流量センサと、電力を蓄積すると共に、蓄積された電力を出力する二次電池と、該二次電池の充電量を検出する二次電池充電量センサと、前記燃料電池または前記二次電池からの電力の供給を受けて、モータを駆動するインバータと、前記燃料電池から出力された電圧を昇圧または減圧して、前記二次電池及びインバータに並列に印加するコンバータと、検出された前記流量に対応して、前記燃料電池における出力電流-出力電圧特性に関連した動作ポイントを逐次出し、該動作ポイントで前記燃料電池を動作させるために必要な、前記燃料電池から取り出すべき電力を求めると共に、外部からの情報に基づいて前記インバータに供給すべき電力を求め、求めた2つの電力と検出された前記充電量に基づいて、前記コンバータから出力される電圧を調整する制御部と、を備えることを要旨とする。

【0027】本発明の第3の燃料電池システムでは、流量センサが、燃料電池に供給される燃料ガスまたは酸化ガスの流量を検出する。二次電池充電量センサは、二次電池の充電量を検出する。インバータは、燃料電池または二次電池からの電力の供給を受けて、モータを駆動する。コンバータは、燃料電池から出力された電圧を昇圧または減圧して、二次電池及びインバータに並列に印加する。制御部は、流量センサによって検出された流量に対応して、燃料電池における出力電流-出力電圧特性に関連した動作ポイントを逐次出し、その動作ポイントで燃料電池を動作させるために必要な、燃料電池から取り出すべき電力を求める。また、別に、外部からの情報に基づいてインバータに供給すべき電力を求める。そして、求めた2つの電力と二次電池充電量センサによって

検出された電圧とに基づいて、コンバータから出力される電圧を調整する。この結果、この電圧が印加される二次電池の電力（出力される電力または蓄積される電力）が所望の値に調整されて、燃料電池からは上記のように求めた電力を取り出すことができ、燃料電池を上記動作ポイントで動作させることができる。

【0028】従って、本発明の第3の燃料電池システムによれば、流量に対応して出力電力-出力電流特性に関連した動作ポイントを逐次出す際に、最もエネルギー変換効率の高い動作ポイントを逐次出すようにすれば、上記したような制御を行なうことによって、燃料電池をそのような動作ポイントで動作させることが可能となり、燃料電池の発電効率とガス利用率を共にできる限り高くすることが可能となる。

【0029】

【発明の他の態様】本発明は、以下のような他の態様を採ることも可能である。即ち、その態様は、上記した第1ないし第3の燃料電池システムを搭載した電気自動車である。この電気自動車では、燃料電池から電力の供給を受ける負荷としてモータを用い、そのモータの駆動によって、電気自動車の推進力等を得るようにする。

【0030】このように第1ないし第3の燃料電池システムを電気自動車に搭載することによって、エネルギー変換効率の高い電気自動車を実現することができる。

【0031】

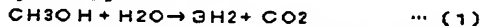
【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を実施例に基づいて説明する。図1は本発明の実施例としての燃料電池システムの構成を示す構成図である。なお、本実施例の燃料電池システムは電気自動車に搭載されているものとする。

【0032】それでは、図1に示す燃料電池システムの構成及び概略的な動作について説明する。図1に示す燃料電池システムは、制御部20と、アクセルペダルポジションセンサ22と、ポンプ26と、改質器28と、流量センサ32、34と、燃料電池36と、DC/DCコンバータ38と、バッテリー40と、SOCセンサ42と、インバータ44と、モータ46と、を主として備えている。

【0033】ポンプ26は、制御部20からの制御信号によって制御されることより、メタノール及び水などの燃料24を改質器28に供給する。

【0034】改質器28は、燃料24として供給された水及びメタノールから、式(1)に示すメタノールの水蒸気改質反応によって、水素を含有する水素リッチガス（改質ガス）を生成する。

【0035】



【0036】燃料電池36は、改質器28にて生成された水素リッチガスを燃料ガスとして送入すると共に、空気30を、酸素を含有する酸化ガスとして送入して、式

(2)～(4)に示すような電気化学反応を行ない、電力を発生する。

【0037】



【0038】本実施例においては、燃料電池36は固体高分子型燃料電池で構成されており、電解質膜、アノード、カソード、セパレータなどから成る単セル（図示せず）を積層したスタック構造を成している。送入された水素リッチガスは燃料ガス通路（図示せず）を介して各単セルのカソードに供給され、式(2)に示す反応に供され、空気は酸化ガス通路（図示せず）を介して各単セルのアノードに供給され、式(3)に示す反応に供される。なお、式(4)は燃料電池全体で起きる反応である。

【0039】流量センサ32は、燃料電池36への水素リッチガス供給路を流れる水素リッチガスの流量を検出し、また、流量センサ34は、燃料電池36への空気供給路を流れる空気の流量を検出して、それぞれ、その検出結果を制御部20に送る。なお、流量センサ32、34は、必ずしも、水素リッチガスや空気の流量を直接的に検出するセンサである必要はなく、水素リッチガスや空気の流量に関連した量を検出することが可能なセンサであれば良い。

【0040】燃料電池36には、DC/DCコンバータ38を介してバッテリー40とインバータ44が並列に接続されており、燃料電池36で発生された電力は、DC/DCコンバータ38を介してインバータ44に供給されると共に、場合によってはバッテリー40にも供給される。

【0041】DC/DCコンバータ38は、燃料電池36から出力された電圧を昇圧または降圧して、ダイオード39を介してインバータ44及びバッテリー40に並列に印加する。このとき、DC/DCコンバータ38は、制御部20からの制御信号に従って、昇圧または降圧した電圧を調整する。

【0042】ダイオード39は、DC/DCコンバータ38からインバータ44やバッテリー40に対し一方のみ電流が流れるようにしている。

【0043】バッテリー40は、燃料電池36から供給された電力や、場合によってはモータ46からインバータ44を介して回生された電力を蓄積したり、蓄積された電力をインバータ44に供給したりする。本実施例では、二次電池として鉛蓄電池等のバッテリー40を用いているが、ニッケル-カドミウム蓄電池、ニッケル-水素蓄電池、リチウム二次電池など他種の二次電池を用いることもできる。このバッテリー40の電源容量は、電気自動車の予想される走行状態、即ち、予想される負荷の大きさや、併設される燃料電池36の電源容量などによ

で決定される。

【0044】SOCセンサ42は、バッテリー40の充電量(SOC)を検出して、その検出結果を制御部20に送る。具体的には、SOCセンサ42は、バッテリー40における充電・放電の電流値と時間とを積算するSOCメータで構成されており、制御部20は、この積算値を基にしてバッテリー40の充電量を演算により求めている。また、このようなSOCメータの代わりに、バッテリー40の出力電圧を測定する電圧センサや、バッテリー40の電解液の比重を測定する比重センサによって、SOCセンサ42を構成するようにしても良い。この場合、制御部20は、それら測定値からバッテリー40の充電量を求めるようにする。

【0045】インバータ44は、燃料電池36やバッテリー40から供給された電力によってモータ46を駆動する。具体的には、インバータ44は、DC/DCコンバータ38やバッテリー40から印加された直流電圧を、3相交流電圧に変換してモータ46に供給すると共に、このとき、制御部20からの制御信号に従って、モータ46に供給する3相交流電圧の振幅(実際にはパルス幅)及び周波数を調節することによって、モータ46で発生するトルクを制御している。

【0046】実際には、インバータ44は、6個のスイッチング素子(例えば、バイポーラ形MOSFET(IGBT))を主回路素子として構成されており、これらスイッチング素子のスイッチング動作を制御部20からの制御信号によって制御されることにより、印加された直流電圧を所望の振幅及び周波数の3相交流電圧に変換している。

【0047】モータ46は、例えば、三相同期モータで構成されており、燃料電池36やモータ46からインバータ44を介して供給された電力によって駆動されて、駆動軸(図示せず)にトルクを発生させる。発生されたトルクはギヤ(図示せず)を介して電気自動車の車軸(図示せず)に伝達され、車輪に回転駆動力を与える。これにより、電気自動車に推進力が与えられて、電気自動車を走行させる。

【0048】また、アクセルペダルポジションセンサ22は、電気自動車のアクセル開度を検出して、その検出結果を制御部20に送る。

【0049】一方、制御部20は、CPU20aや、ROM20bや、RAM20cや、入出力ポート20dを備えている。このうち、CPU20aは、制御プログラムに従って所望の演算を実行して、種々の処理や制御を行なう。また、ROM20bは、上記した制御プログラムや、上記演算を実行する際に用いる制御データや、後述する燃料電池36のガス流量をパラメータとした出力電流-出力電圧特性のデータや、バッテリー40の充電量(SOC)をパラメータとした出力電流-出力電力特性のデータなどを予め格納している。RAMは、上記演算

を実行したことによって得られる各種データを一時的に格納する。入出力ポートは、各種センサから送られてきた検出結果を入力してCPU20aに伝える共に、CPU20aからの指示に従って、各種構成要素に制御信号を出力する。

【0050】それでは、本実施例の燃料電池システムにおける処理動作について、図2のフローチャートを用いながら詳しく説明する。

【0051】図2は図1の燃料電池システムにおける処理動作の流れを示すフローチャートである。図2に示すように、まず、制御部20がアクセルペダルポジションセンサ22によって検出されたアクセル開度を取り込む(ステップS10)。これによって、インバータ44を介してモータ46にどの程度の電力を送って電気自動車を走行させたいかという運転者の希望を、制御部20が検知することができる。そこで、制御部20は、その取り込んだアクセル開度から、インバータ44に供給すべき電力(インバータ44の要求出力)を算出する(ステップS12)。

【0052】また、制御部20は、流量センサ32によって検出された燃料ガスである水素リッチガスの流量をガス流量として取り込む(ステップS14)。なお、式(4)で示したように電気化学反応で用いられる水素と酸素の量には一定の関係があるため、燃料ガスである水素リッチガスの流量を取り込む代わりに、流量センサ34によって検出された酸化ガスである空気の流量をガス流量として取り込んでも良い。また、水素リッチガス及び空気の流量を共に取り込むようにしても良い。

【0053】ところで、前述したように、制御部20内のROM20bには、燃料電池36における、ガス流量をパラメータとした出力電流-出力電圧特性のデータが格納されている。

【0054】図3は図1の燃料電池36における、ガス流量をパラメータとした出力電流-出力電圧特性の一例を示す特性図である。図3において、縦軸は燃料電池36の出力電圧を表し、横軸は出力電流を表している。

【0055】図3に示すように、燃料電池36の出力電流-出力電圧特性は、燃料電池36に流入される燃料ガスの流量(ガス流量)によって変化しており、ガス流量が異なる値に決まれば、そのガス流量での出力電流-出力電圧特性が一意的に決まる。図3では、ガス流量が小さい順に、特性F1、F2、F3、F4となっている。

【0056】従って、ROM20bには、各ガス流量毎に、そのガス流量での出力電流-出力電圧特性が格納されている。そこで、制御部20は、取り込んだガス流量に基づいて、そのガス流量に対応した出力電流-出力電圧特性を制御部20内のROM20bから読み出す。そして、制御部20は、その読み出した出力電流-出力電圧特性から、燃料電池36におけるエネルギー変換効率の最も高いポイントを算出する(ステップS16)。

【0057】ここで、燃料電池36におけるエネルギー変換効率は、燃料電池36における発電効率とガス利用率の積（発電効率×ガス利用率）として得ることができる。一方、一般に燃料電池においては、その発電効率はその出力電圧に比例し、必要な燃料ガスの量はその出力電流に比例するという関係が知られている。従って、燃料電池における発電効率とガス利用率との積は、出力電圧と出力電流との積に置き換えることができる。即ち、言い換えれば、燃料電池におけるエネルギー変換効率は燃料電池における出力電圧と出力電流との積（出力電圧×出力電流）として表すことができる。

【0058】よって、例えば、検出されたガス流量に対応した出力電流-出力電圧特性として図3における特性F2が読み出された場合、制御部20は、その読み出した出力電流-出力電圧特性F2において、出力電圧と出力電流との積が最も大きくなるポイントPmを算出し、そのポイントPmをエネルギー変換効率の最も高いポイントとする。

【0059】なお、燃料電池における出力電圧と出力電流との積は、燃料電池の出力電力に相当するため、燃料電池の出力電力の最も大きなポイントがエネルギー変換効率の最も高いポイントとなる。

【0060】こうしてエネルギー変換効率の最も高いポイントを算出したら、制御部20は、その算出したポイントを燃料電池36の動作ポイントとして決定し（ステップS18）、その動作ポイントで燃料電池36を動作させた場合の燃料電池36の出力電力を算出する（ステップS20）。

【0061】なお、制御部20は、ステップS10、S12の処理とステップS14～S20の処理をほぼ同時進行で行なっても良いし、一方の処理が終了した後、他方の処理を開始するようにしても良い。

【0062】次に、制御部20は、ステップS12で算出されたインバータ44の要求出力から、ステップS20で算出された燃料電池36の出力電力を減算して、その差を求め（ステップS22）、その差が0以上であれば、ステップS24の処理に進み、0未満であれば、ステップS32の処理に移行する。ここで、差が0以上であるということは、インバータ44の要求出力が燃料電池36の出力電力だけでは賄いきれない状態を表しており、差が0未満であるということは、燃料電池36の出力電力をインバータ44に供給しても、電力がなお余ってしまうという状態を表している。

【0063】そこで、差が0以上の場合、制御部20は、まず、SOCセンサ42によって検出されたバッテリー40の充電量（SOC）を取り込む（ステップS24）。

【0064】ところで、前述したように、制御部20内のROM20bには、バッテリー40における、SOCをパラメータとした出力電流-出力電力特性のデータが格

納されている。

【0065】図4は図1のバッテリー40における、SOCをパラメータとした出力電流-出力電圧特性の一例を示す特性図である。図4において、縦軸はバッテリー40の出力電圧を表し、横軸は出力電流を表している。

【0066】図4に示すように、バッテリー40の出力電流-出力電圧特性はSOCによって変化しており、SOCが決まれば、そのときの出力電流-出力電圧特性が一意的に決まる。図4では、SOCの小さな順にG1、G2、…、G5となっている。従って、ROM20bには、各SOC毎に、そのSOCでの出力電流-出力電圧特性が格納されている。

【0067】そこで、制御部20は、取り込んだSOCに基づいて、そのSOCに対応した出力電流-出力電圧特性を制御部20内のROM20bから読み出す。そして、制御部20は、その読み出した出力電流-出力電圧特性に基づいて、ステップS22で得られたインバータ44の要求出力と36の出力電力との差から、バッテリー40に要求される出力電圧を決定する（ステップS26）。

【0068】具体的には、例えば、検出されたSOCに対応した出力電流-出力電圧特性として、図4における特性G3が読み出された場合、制御部20は、その読み出された出力電流-出力電圧特性G3において、出力電力と出力電流との積（即ち、バッテリー40の出力電力）が、インバータ44の要求出力と36の出力電力との差にほぼ等しくなるポイントを算出する。今、そのポイントが図4にPnであるとする、そのポイントPnでのバッテリー40の出力電圧Vnを、バッテリー40に要求される出力電圧として決定する。

【0069】次に、制御部20は、DC/DCコンバータ38を制御して、DC/DCコンバータ38の出力電圧が、ステップS26で決定した出力電圧になるように調整する（ステップS28）。DC/DCコンバータ38の出力電圧はバッテリー40及びインバータ44にそれぞれ印加されているため、DC/DCコンバータ38の出力電圧をこのように調整することによって、バッテリー40の出力電圧は、ステップS26で決定した出力電圧になる。従って、バッテリー40からは、出力電力として、ステップS22で得られたインバータ44の要求出力と燃料電池36の出力電力との差に相当する電力が、出力されることになる。

【0070】そこで、制御部20は、ステップS12で算出したインバータ44の要求出力に相当する電力を、インバータ44を介してモータ46で消費するように、インバータ44を制御する。この結果、バッテリー40から出力された電力はインバータ44に供給されると共に、残りの分の電力（即ち、インバータ44の要求出力とバッテリー40の出力電力との差）は、燃料電池36から引き出されて、インバータ44に供給される（ステッ

ブS30)。

【0071】即ち、制御部20が、DC/DCコンバータ38及びインバータ44に対し、上記のような制御を行なうことによって、燃料電池36からは、ステップS20で算出した出力電力が取り出されることになり、燃料電池36は、エネルギー変換効率の最も高い動作ポイントで動作することになる。

【0072】一方、ステップS22で得られたインバータ44の要求出力と燃料電池36の出力電力との差が0未満の場合は、制御部20が、ステップS24の場合と同様に、SOCセンサ42によって検出されたバッテリー40のSOCを取り込み(ステップS32)、その後、その取り込んだSOCが100%未満であるかどうかを判定する(ステップS34)。判定の結果、SOCが100%未満である場合には、バッテリー40に未だ電力が蓄積できるものとしてステップS36の処理に進み、SOCが100%である場合には、バッテリー40にはもう電力を蓄積することができないものとしてステップS42の処理に移行する。

【0073】SOCが100%未満の場合、制御部20は、ステップS26の場合と同様に、取り込んだSOCに基づいて、そのSOCに対応した出力電流-出力電圧特性を読み出し、その出力電流-出力電圧特性に基づいて、ステップS22で得られたインバータ44の要求出力と燃料電池36の出力電力との差から、バッテリー40に要求される出力電圧を決定する(ステップS36)。

【0074】具体的には、例えば、前述したのと同様に、検出されたSOCに対応した出力電流-出力電圧特性として特性G3が読み出された場合、制御部20は、その読み出された出力電流-出力電圧特性G3において、出力電力と出力電流との積が、インバータ44の要求出力と燃料電池36の出力電力との差にほぼ等しくなるポイントを検出する。この際、ステップS26の場合と異なり、インバータ44の要求出力と36の出力電力との差は0未満(即ち、負)であるので、出力電力と出力電力との積(即ち、バッテリー40の出力電力)が負となるポイントを検出することになる。ここで、バッテリー40から出力される電力が負となるということは、バッテリー40に電力が蓄積されるということ意味している。また、図4に示すように、バッテリー40の出力電圧は負となることがないので、出力電流が負となるポイントを検出することになる。

【0075】そこで、今、そのポイントが図4にPrであるとする、そのポイントPrでのバッテリー40の出力電圧Vrを、バッテリー40に要求される出力電圧として決定する。

【0076】次に、制御部20は、DC/DCコンバータ38を制御して、DC/DCコンバータ38の出力電圧が、ステップS36で決定した出力電圧になるように調整する(ステップS38)。この結果、バッテリー40

の出力電圧は、ステップS26で決定した出力電圧になり、バッテリー40には電力が蓄積されることになる。即ち、燃料電池36からは電力が引き出されて、その出力電力のうち、ステップS22で得られたインバータ44の要求出力と燃料電池36の出力電力との差の絶対値に相当する電力が、バッテリー40に蓄積されることになる。

【0077】また、制御部20は、ステップS12で算出したインバータ44の要求出力に相当する電力を、インバータ44を介してモータ46で消費するように、インバータ44を制御する。この結果、燃料電池36から取り出された電力のうち、インバータ44の要求出力に相当する電力(即ち、バッテリー40に蓄積されなかった残りの分の電力)がインバータ44に供給されて、モータ46で消費される(ステップS40)。

【0078】従って、制御部20が、DC/DCコンバータ38及びインバータ44に対し、上記のような制御を行なうことによって、燃料電池36からは、ステップS20で算出した出力電力が取り出されることになり、燃料電池36は、エネルギー変換効率の最も高い動作ポイントで動作することになる。

【0079】一方、SOCが100%の場合は、制御部20が、SOC=100%に対応した出力電流-出力電圧特性を読み出し、その出力電流-出力電圧特性に基づいて、バッテリー40の出力電力が0となる場合の、バッテリー40に要求される出力電圧を決定する(ステップS42)。

【0080】即ち、例えば、図4の場合は、SOC=100%に対応した出力電流-出力電圧特性は特性G5であるので、この特性G5が読み出される。制御部20は、その読み出された出力電流-出力電圧特性G5において、バッテリー40の出力電力(即ち、出力電力と出力電流との積)が0となるポイントを検出する。図4に示すように、バッテリー40の出力電圧は負となることはない、出力電流が0となるポイントを検出することになる。

【0081】図4に示すように、バッテリー40の出力電力が0となるポイントはPsである、そのポイントPsでのバッテリー40の出力電圧Vsを、バッテリー40に要求される出力電圧として決定する。

【0082】次に、制御部20は、DC/DCコンバータ38を制御して、DC/DCコンバータ38の出力電圧が、ステップS42で決定した出力電圧になるように調整する(ステップS44)。この結果、バッテリー40の出力電圧はステップS42で決定した出力電圧になるため、バッテリー40の出力電力は0となり、バッテリー40から電力が出力されることも、バッテリー40に電力が蓄積されることもなくなる。

【0083】さらに、制御部20は、ステップS12で算出したインバータ44の要求出力に相当する電力を、

インバータ４４を介してモータ４６で消費するように、インバータ４４を制御する。この結果、燃料電池３６からは、インバータ４４の要求出力に相当する電力が取り出されて、バッテリー４０に蓄積されることなく、インバータ４４に供給されて、モータ４６で消費される（ステップＳ４６）。

【００８４】なお、この場合、燃料電池３６から取り出される電力は、あくまで、インバータ４４の要求出力に相当する電力であり、ステップＳ２０で算出した出力電力と必ずしも一致していない。そのため、燃料電池３６は、ステップＳ１８で決定した動作ポイント以外の動作ポイントで動作する可能性がある。

【００８５】ところで、以上の説明においては、制御部２０のポンプ２６に対する制御について特に触れなかったが、制御部２０は、例えば、次のようにポンプ２６を制御して、改質器２８に供給する燃料の量を調整する。

即ち、制御部２０は、インバータ４４からモータ４６への実際の出力電力の過去数秒間の平均値に応じて、改質器２８に供給する燃料の量を調整する。或いは、アクセル開度（即ち、インバータ４４の要求出力）に応じて燃料の量を調整するようにしても良いし、バッテリー４０のＳＯＣに応じて燃料の量を調整するようにしても良い。

または、これらを組み合わせて、燃料の量を調整するようにしても良い。また、単純に、一定量の燃料を改質器２８に供給するように、ポンプ２６を制御しても良い。

【００８６】さて、以上説明したように、本実施例によれば、ステップＳ４６での動作以外では、燃料電池３６をエネルギー変換効率の最も高い動作ポイントで動作させることができるので、燃料電池３６のエネルギー変換効率を高くすることができ、延いては、燃料電池の発電効率とガス利用率を共にできる限り高くすることができる。

【００８７】なお、本発明は上記した実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様にて実施することが可能である。

【００８８】上記した実施例においては、制御部２０内のＲＯＭ２０ｂに、燃料電池３６におけるガス流量をパラメータとした出力電流－出力電圧特性のデータを予め格納し、制御部２０は、取り込んだガス流量に基づいて、そのガス流量に対応した出力電流－出力電圧特性を読み出し、読み出した出力電流－出力電圧特性から、燃料電池３６におけるエネルギー変換効率の最も高いポイント算出し、さらに、算出したポイントを燃料電池３６の動作ポイントとして決定し、その動作ポイントで燃料電池３６を動作させた場合の燃料電池３６の出力電力を算出していた。しかしながら、本発明は、これに限定されるものではなく、例えば、制御部２０内のＲＯＭ２０ｂに、各ガス流量毎に、そのガス流量に対応した出力電流－出力電圧特性におけるエネルギー変換効率の最も高いポイントのデータを予め格納しておき、制御部２０は、取り込んだガス流量に基づいて、そのガス流量に対応し

たエネルギー変換効率の最も高いポイントを、制御部２０内のＲＯＭ２０ｂから読み出して用いるようにしても良い。また、制御部２０内のＲＯＭ２０ｂに、各ガス流量毎に、そのガス流量に対応して、エネルギー変換効率の最も高い動作ポイントで燃料電池３６を動作させた場合の燃料電池３６の出力電力のデータを予め格納しておき、制御部２０は、取り込んだガス流量に基づいて、そのガス流量に対応した燃料電池３６の出力電力を、制御部２０内のＲＯＭ２０ｂから読み出して用いるようにしても良い。

【００８９】このように、制御部２０内のＲＯＭ２０ｂに格納するデータを、エネルギー変換効率の最も高いポイントのデータや、エネルギー変換効率の最も高い動作ポイントで燃料電池を動作させた場合の出力電力のデータとすることによって、制御部２０での処理内容を軽減することができる。

【００９０】また、上記した実施例においては、改質器２８に燃料２４としてメタノール及び水を供給していたが、本発明はこれに限定されるものではなく、メタノールに代えて、メタン、エタノール、天然ガス、ガソリン、軽油などであっても良い。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の一実施例としての燃料電池システムの構成を示す構成図である。

【図２】図１の燃料電池システムにおける処理動作の流れを示すフローチャートである。

【図３】図１の燃料電池３６における、ガス流量をパラメータとした出力電流－出力電圧特性の一例を示す特性図である。

【図４】図１のバッテリー４０における、ＳＯＣをパラメータとした出力電流－出力電圧特性の一例を示す特性図である。

【図５】従来の燃料電池システムの構成を示す構成図である。

【図６】一般的な燃料電池における出力電力と発電効率との関係を燃料電池に供給される燃料ガスの量（ガス流量）をパラメータとして示した特性図である。

【図７】一般的な燃料電池における出力電力とその電力を発生させるのに必要な燃料ガスの量との関係を示した特性図である。

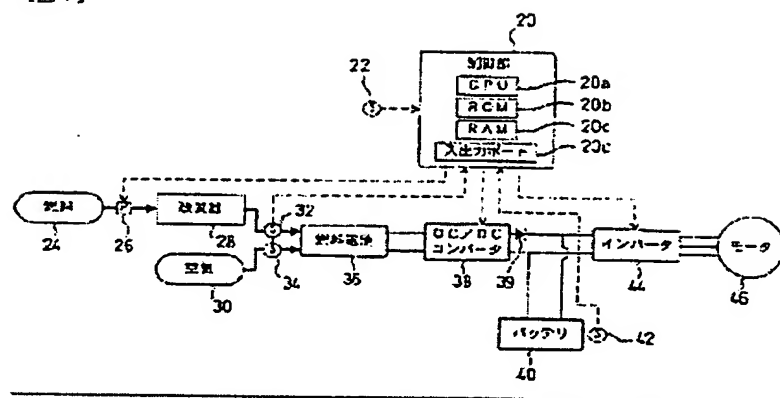
【符号の説明】

２０…制御部
２０ａ…ＣＰＵ
２０ｂ…ＲＯＭ
２０ｃ…ＲＡＭ
２０ｄ…入出力ポート
２２…アクセルペダルポジションセンサ
２４…燃料
２６…ポンプ
２８…改質器

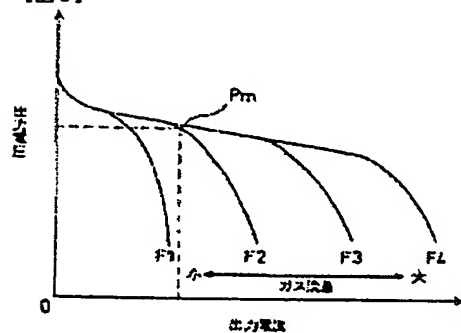
30…空気
 32, 34…流量センサ
 36…燃料電池
 38…DC/DCコンバータ
 39…ダイオード
 40…バッテリー
 42…SOCセンサ
 44…インバータ
 46…モータ
 120…制御部
 122…アクセルペダルポジションセンサ

124…燃料
 126…ポンプ
 128…改質器
 130…空気
 136…燃料電池
 138…ダイオード
 140…バッテリー
 142…SOCセンサ
 144…インバータ
 146…モータ

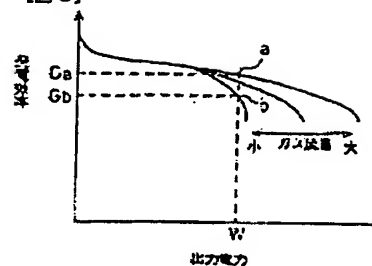
【図1】



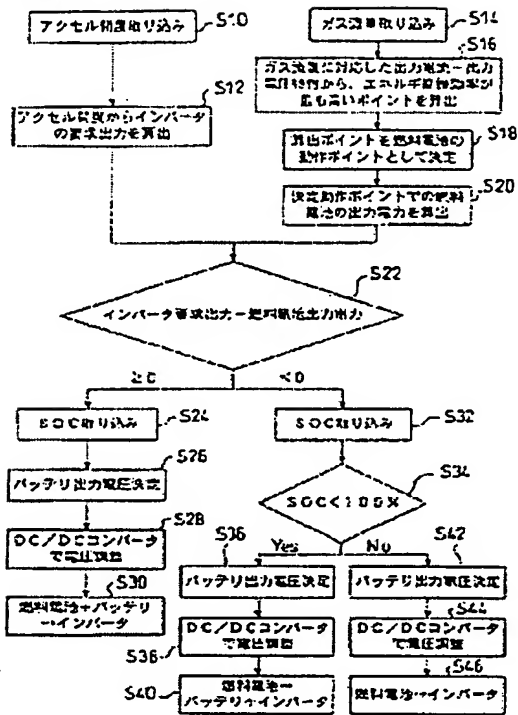
【図3】



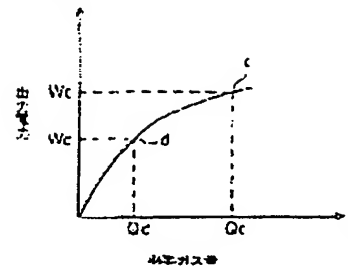
【図5】



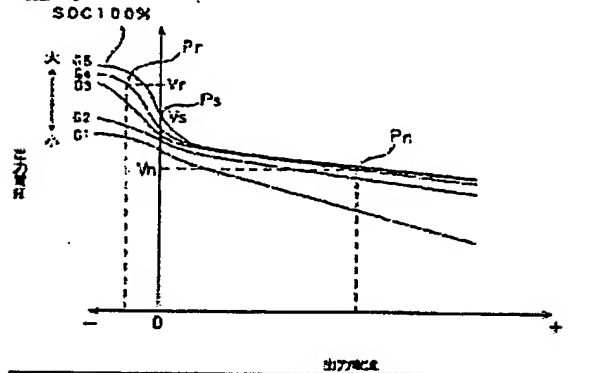
【図2】



【図7】



【図4】



【図5】

